



FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGIAS

CARRERA BIOLOGIA

Modalidad articulo académico

Estado de explotación del pez brujo (*Pontinus clemensi*) y camotillo (*Paralabrax albomaculatus*) dos de las principales especies de pesca blanca en Galápagos

Autor:

Nohely Elvira Ramos Barrera

Tutor:

Blg. Víctor Veliz Quijije

Año Lectivo:

2025-2026

Manta - Ecuador

Declaración de autoría

Yo, Ramos Barrera Nohely Elvira declaro que he concluido la realización del trabajo de titulación bajo la modalidad de Artículo Académico previo a la obtención del título de Biólogo, con el tema: Estado de explotación del pez brujo (*Pontinus clemensi*) y camotillo (*Paralabrax albomaculatus*) dos de las principales especies de pesca blanca en Galápagos

Se ha revisado la versión final del manuscrito y apruebo su presentación para su publicación. Me encuentro en el derecho de asegurar que este trabajo es original, no ha sido publicado previamente.

Firma:

Ramos Barrera Nohely Elvira

CI: 2000113775

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ciencias de la vida y tecnologías de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Ramos Barrera Nohely Elvira**, legalmente matriculado/a en la carrera de Biología, período académico 2025-1, cumpliendo el total de **384** horas, cuyo tema del proyecto es **“Estado de explotación del (*Pontinus clemensi*) y (*Paralabrax albomaculatus*) dos de las principales especies de pesca blanca de Galápagos”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 08 de agosto del 2025.

Lo certifico,

Blg. Víctor Veliz Quijije
Docente Tutor(a)
Área: Pesquerías

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/ay será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.

Estado de explotación del pez brujo (*Pontinus clemensi*) y camotillo (*Paralabrax albomaculatus*) dos de las principales especies de pesca blanca de Galápagos

¹Carrera de Biología, Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Correo institucional: e2000113775@live.uleam.edu.ec

RESUMEN

El presente estudio busca analizar el estado de explotación del pez brujo (*Pontinus clemensi*) y el camotillo (*Paralabrax albomaculatus*), dos especies de alto valor para la pesca blanca dentro de la Reserva Marina de Galápagos, y fundamentales para los ecosistemas marinos del archipiélago. Sin embargo, la ausencia de un marco regulatorio ha generado una preocupación en la sustentabilidad de sus pesquerías. El objetivo de esta investigación es determinar el porcentaje de individuos en la talla de madurez, talla óptima y mega-reproductores mediante cálculo de indicadores propuestos por Froese, lo que ayudara a definir si su población se encuentra sobreexplotada. Para ello se recopilieron datos de talla y peso de 1625 brujos y 235 camotillos registrados en los muelles principales y centros de acopio en Puerto Ayora - Santa Cruz, durante la temporada húmeda entre enero- abril en el año 2024. Los resultados evidencian un escenario desfavorable para el camotillo con signos claros de sobreexplotación en tallas óptimas y mega-reproductores, mientras que el pez brujo, presenta explotación únicamente en sus tallas óptimas, esta situación subraya la necesidad imperante de adoptar medidas de manejo basadas en evidencia científica, por lo que es recomendable implementar medidas como: tallas mínimas de captura y el establecimiento de vedas temporales durante los picos reproductivos, con el objeto de preservar la biomasa reproductiva y garantizar la continuidad de estas poblaciones.

Palabras clave: Explotación, *Pontinus clemensi*, *Paralabrax albomaculatus*, sustentabilidad, Reserva Marina de Galápagos

ABSTRACT

This study analyzes the exploitation status of the *scorpionfish*. (*Pontinus clemensi*) and the *camotillo* (*Paralabrax albomaculatus*), two species of high value for the whitefish fishery within the Galápagos Marine Reserve, and fundamental for the marine ecosystems of the archipelago. However, the absence of a regulatory framework has generated concern for the sustainability of their fisheries. The objective of this research is to determine the percentage of individuals at the size of maturity, optimal size, and mega-spawners through the calculation of indicators proposed by Froese, which will help define if their population is overexploited. For this, length and weight data from 1625 *brujo* and 235 *camotillo* recorded at the main docks and collection centers in Puerto Ayora - Santa Cruz, during the wet season between January-April 2024, were compiled. The results evidence an unfavorable scenario for the *camotillo* with clear signs of overexploitation in optimal sizes and mega-spawners, while the *brujo* fish shows exploitation only in its optimal sizes. This situation underscores the imperative need to adopt management measures based on scientific evidence. It is recommended that measures such as minimum catch sizes and/or the establishment of temporary closures during peak reproductive periods be implemented in order to preserve reproductive biomass and ensure the continuity of these populations.

Keywords: exploitation, sexual maturity, *Pontinus clemensi*, *Paralabrax albomaculatus*, *Galapagos Marine Reserve*

1. Introducción

La Reserva Marina de Galápagos (RMG), establecida en 1998, abarca una extensión de 138 mil km² con un área marina de 40 millas náuticas influenciada por diversas corrientes cálidas y frías, que proporcionan abundancia de vida marina y elevados niveles de endemismo. (se gestiona como un área protegida de varios usos donde busca equilibrar la conservación de la biodiversidad marina con actividades como la pesca, turismo y la investigación (Dirección del Parque Nacional Galápagos. 2014).

La actividad pesquera dentro de la reserva marina es artesanal y se accede la captura de más de 60 especies (Molina *et al.* 2004). La pesca artesanal representa las principales fuentes de sustento local para 600 pescadores activos aproximadamente, el 45% del total de pescadores registrados, dicha actividad genera un ingreso bruto anual de 10,5 millones de dólares, contribuyendo a la rentabilidad y economía de negocios locales (Dirección del Parque Nacional Galápagos, 2021; Castrejón, 2011).

La pesca blanca, actividad que realiza la captura de peces costero-demersales de carne blanca respectivamente (Cisne Zambrano-Zamora, *et al.*, 2025), su comercialización está destinada al consumo de la población, turismo local y nacional en forma de producto fresco, seco-salado o congelado (Zimmerhackel *et al.*, 2015; Nicolaidis *et al.*, 2002).

Esta pesquería tiene una demanda elevada, lo que eleva su valor comercial, entre las especies más importantes de la pesca blanca están el pez brujo (*Pontinus clemensi*) y el camotillo (*Paralabrax albomaculatus*), cuyas capturas promedian 30 y 25 toneladas anuales (Marín-Jarrin, J *et al.*, 2018; Ramírez-González *et al.*, 2022). Sin embargo, la pesca blanca no cuenta con medidas de manejo específicas, es decir, no tienen cuotas, tallas o temporadas restringidas (Ramírez-González, *et al.* 2022).

El pez brujo es una especie demersal de lento crecimiento que habita en sustratos rocosos desde los 90 hasta los 250 metros de profundidad (Franke & Acero, 1996; Grove & Lavenberg, 1997); a Presenta reproducción continua durante el año y madurez sexual diferenciada por sexos a los 33.6 cm en hembras y 43.4 cm en machos en longitud furcal (Marín-Jarrin, J *et al.*, 2018), siendo endémica del Pacífico Este Tropical (Mora *et al.*, 2000; Froese & Pauly, 2023) y presa clave del lobo marino de Galápagos (*Zalophus worlebaeki*; Páez-Rosas & Auriol-Gamboa, 2014)

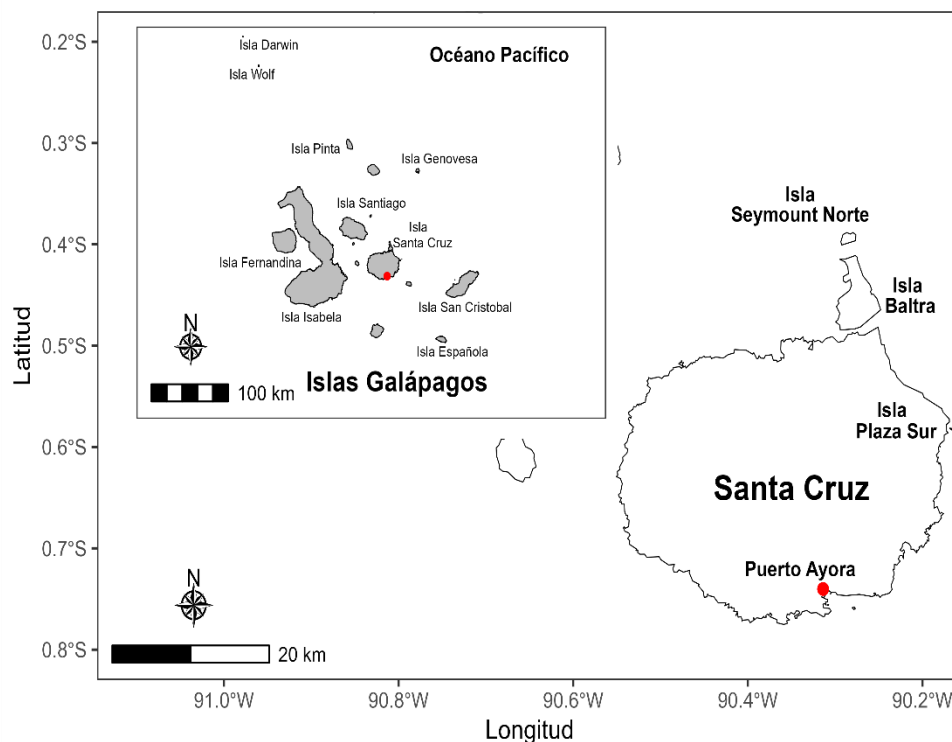
Por otro lado, el camotillo, especie endémica de Galápagos, habita entre 10 y 70 m de profundidad (Castrejón, 2011; Quiroga-Samaniego *et al.*, 2024), alcanza la madurez a los 43 cm de longitud total, con un pico reproductivo entre noviembre y febrero (Salinas-de-León *et al.*, 2015; Chong-Montenegro, 2014) esta especie tiene un rol ecológico relevante como depredador medio y presa para especies mayores, contribuye en el equilibrio de las especies pequeñas como peces juveniles, crustáceos y otros invertebrados. Así también, es una presa primordial para depredadores grandes como tiburones y peces de mayor tamaño, por lo tanto, es importante para la salud de los arrecifes rocosos (Pondela II *et al.*, 2003).

A pesar de su importancia, la sobreexplotación es una problemática global con graves repercusiones ecológicas, afectando a especies clave como los depredadores tope que regulan las dinámicas tróficas y la resiliencia del ecosistema, lo que genera alteraciones si son extraídos en exceso (Schuhbauer & Koch, 2013; Burbano *et al.*, 2014).

En Galápagos, esta problemática es evidente a pesar de contar con un marco regulatorio, pues el brujo y el camotillo, caracterizados por su longevidad y crecimiento lento, se han observado señales de sobrepesca (Ramírez-González *et al.*, 2019). Además, el camotillo se encuentra “En Peligro de Extinción” (Ramírez-González *et al.*, 2023) y el pez brujo como “Preocupación Menor” (Iwamoto *et al.*, 2010) según la UICN.

El carácter frágil del ecosistema insular, exige la implementación de medidas de manejo específicas que mitiguen los impactos y aseguren la sostenibilidad de la pesca blanca (Dirección del Parque Nacional Galápagos, 2022). No obstante, pese a la importancia socio-ecológica, se desconoce el estado de salud de más del 90% de las especies explotadas, por lo que se evidencia la necesidad de implementar medidas de manejo para mejorar la gestión pesquera y mitigar el declive en su estado de conservación (Ramírez-González *et al.* 2022).

En este contexto, la presente investigación se propone evaluar el estado de explotación del pez brujo y del camotillo mediante el análisis de los desembarques registrados en Puerto Ayora, Isla Santa Cruz, a través de indicadores de sostenibilidad propuestos por Froese. Esta metodología considera la proporción de individuos maduros, tallas óptimas y megadesovantes, indicadores validados en contextos tropicales de pesca artesanal por autores como (Sierra *et al.*, 2021), (Alam *et al.*, 2022) y (Medeiros *et al.*,



Los especímenes de brujo y camotillo desembarcados fueron medidos (cm, longitud total, LT) con un ictiómetro o cinta flexible, y pesados (lb, peso eviscerado) en una balanza de mostrador. Los datos se registraron en una bitácora de campo y posteriormente, se digitalizaron en Excel para los análisis respectivos.

1.2. Análisis de datos

Estadígrafos

Se calcularon los valores de medidas de tendencia central, moda, mediana y la media, así como medidas de dispersión, como rango, varianza y desviación estándar de las tallas obtenidas para cada especie. También se elaboraron histogramas que permitirá observar la distribución de tallas de las especies estudiadas.

Relación longitud-peso

La relación longitud-peso se estimó a través de una regresión no lineal en donde se calculan los valores de a y b utilizando la ecuación:

$$W = aL^b \text{ (Ricker 1975)}$$

Donde W= peso total (gr), L= Longitud total (cm) y a= ordenada al origen de la regresión y b= pendiente de la regresión. Para determinar si el crecimiento de estas especies es isométrico o alométrico se comparó el valor b con la prueba t Student usando la siguiente ecuación:

$$t = (b - \beta) / S.$$

En donde:

t = valor t-student

b = coeficiente de alometría

β es la pendiente de referencia (=3)

S el error estándar (Rivera-Velázquez, G *et al.* 2024).

Para la prueba t nos basamos en dos hipótesis: la hipótesis nula $H_0: b=3$, no hay diferencia significativa; y la hipótesis alternativa $H_a: b \neq 3$, sí existe diferencia significativa. Si $b=3$, el crecimiento es isométrico, lo que indica que el organismo mantiene su forma al crecer;

si $b > 3$, el crecimiento es alométrico positivo y significa que los individuos más grandes han aumentado su peso en una proporción mayor que su longitud; si $b < 3$, el crecimiento también es alométrico, pero los organismos tienden a aumentar su longitud más que su peso (Froese 2006; Cifuentes, R *et al.* 2012; Espino Barr, E., *et al* 2008).

Indicadores de Sustentabilidad de Froese:

La metodología a emplear, desarrollada por Froese (2004), es un enfoque ampliamente desarrollado para la evaluación de explotación de las poblaciones de peces, el cual está basado en información biológica y pesquera. Esta metodología utiliza tres indicadores basados en las tallas de desembarques:

- Porcentaje de individuos maduros (L_m): Se refiere a la longitud en la que el 50% de las especies alcanzan la madurez sexual, para garantizar la reproducción de los individuos antes de ser capturados. Una población no sobreexplotada tiene una proporción de captura de esta talla cercana al 100%.
- Porcentaje de individuos con talla óptima (L_{opt}): Hace énfasis en la longitud en la que la biomasa alcanza su máximo rendimiento, representando el tamaño ideal para que una determinada especie sea capturada y comercializada. Una población no sobreexplotada tiene una proporción de captura de esta talla cercana al 100%.
- Porcentaje de mega reproductores: Este indicador mide la supervivencia de los mega-reproductores, y se asume, para las especies estudiadas, que los individuos más longevos producen más huevos que los más jóvenes maduros. Estos peces superan el 10% de L_{opt} . Una población no sobreexplotada tiene una proporción de captura de esta talla de 0%, pero entre es aceptable entre 30-40% en caso de no tener implementadas estrategias de manejo para cumplir el 0%, como es el caso en Galápagos (Mendivil-Mendoza *et al.*, 2018; Froese 2004).

Para determinar la longitud optima del brujo y camotillo se utilizó la ecuación propuesta por (Froese & Binohlan 2000).

$$\text{Log } L_{opt} = 1.0421 * \log_{10}(L_{inf}) - 0.2742$$

Para determinar el estado de explotación de ambas especies, se utilizará la siguiente tabla como referencia (Tabla 1).

Tabla 1. Puntos de referencia con los indicadores Froese. *(Salinas-de-León *et al.* 2015),
**(Marín-Jarrin, J, *et al.*, 2018).

Indicador	Población no sobreexplotada
Talla madurez sexual Brujo: 34 cm LT** Camotillo: 43 cm LT*	Cercano o 100% de los desembarques
Talla óptima Brujo: 39.4 cm LT** Camotillo: 43.4*	Cercano o 100% de los desembarques
Mega - reproductores Brujo: ≥ 43.4 cm LT** Camotillo: ≥ 53 *	Entre el 30-40% de los desembarques

2. Resultados

2.1. Análisis descriptivo y frecuencia de tallas

Durante el periodo de estudio, se registró la longitud (cm, LT) y peso eviscerado (lbr) de un total de 1.426 peces brujos y 235 camtillos. El rango de longitud total en el pez brujo fue de 15 cm a 76 cm LT con un promedio de 44.3 cm $\pm$ 8.22 DE cm desviación estándar, mientras que, para el camotillo fue de 33 cm a 63 cm LT con un promedio de 49 cm $\pm$ 7.5 DE cm desviación estándar.

La frecuencia de longitudes del brujo (figura 2) muestra una distribución con una mayor concentración de organismos en las tallas intermedias de 40 - 50 cm LT, mostrando un pico pronunciado en los 45 cm, siendo el 26 % de las capturas registradas. Los peces con longitud < 30 cm y > 65 cm presentan frecuencias bajas, lo que sugiere una menor representación de individuos juveniles y ejemplares muy grandes dentro de la población.

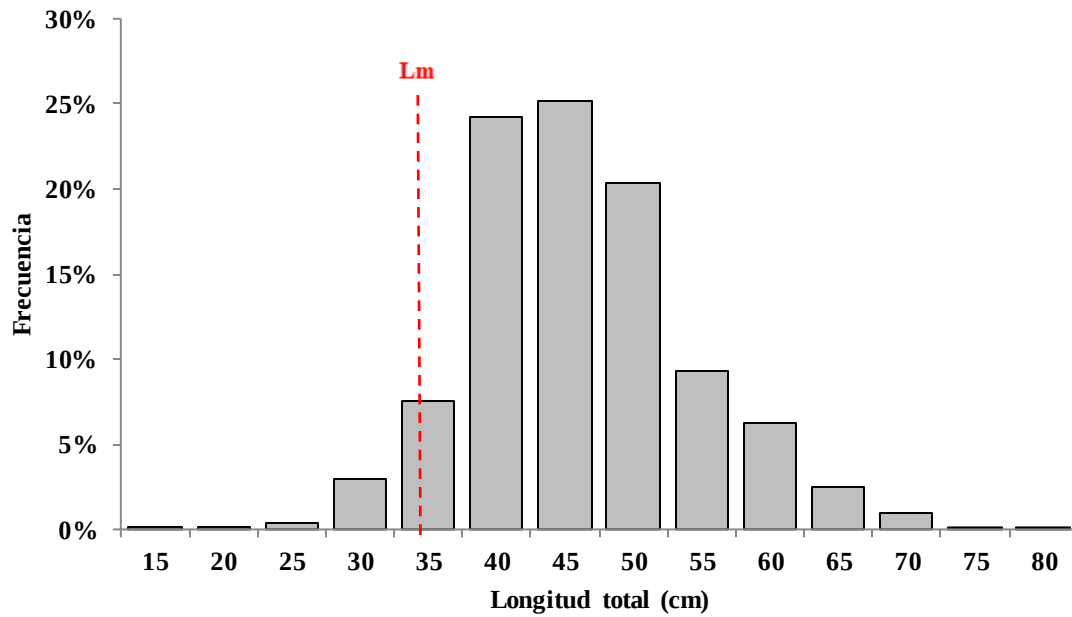


Figura 2. Distribución de porcentajes de longitudes del *P. Clemensi*, obtenidos en los desembarques y centros de acopio, durante enero-abril del 2024. **Lm: Talla de madurez**

Mientras que, la frecuencia de longitudes del pez camotillo en la (figura 3), muestra una distribución asimétrica con una mayor concentración de individuos en las tallas grandes, siendo 57 cm LT la moda, y representa el 11.7 % de las capturas. Los peces con longitud < 36 cm muestran frecuencias bajas, con menos del 4%.

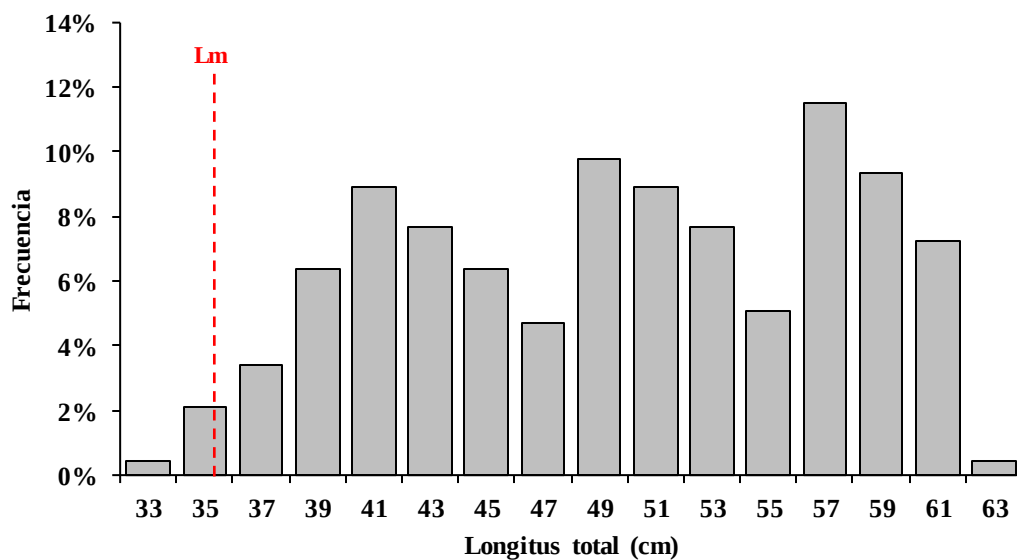


Figura 3. Distribución de porcentajes de longitudes del *P. Albomaculatus*, obtenidos en los desembarques y centros de acopio, durante enero-abril del 2024. **Lm: Talla de madurez.**

2.2. Relación talla peso

En las gráficas de regresión longitud-peso se obtuvo para el brujo un valor t calculado de -6.98 respectivamente, el cual es mayor al valor crítico, lo que indica que se rechaza la hipótesis nula ($H_0: b=3$), y que el valor del coeficiente $b = 2.894$ del pez brujo corresponde a un crecimiento alométrico negativo ($b < 3$), es decir que crece más en proporción de longitud que en peso. (figura 4)

El camotillo obtuvo un valor t calculado de -1.38, respectivamente, el cual es menor que el valor crítico de 1.97, por lo que, no se rechaza la hipótesis nula ($H_0: b=3$), en este caso indica un crecimiento isométrico, es decir, que el incremento en cuanto a talla está proporcionalmente acompañado por el incremento en peso, lo cual se ve reflejado en un valor del coeficiente $b: 2.961$. (figura 5)

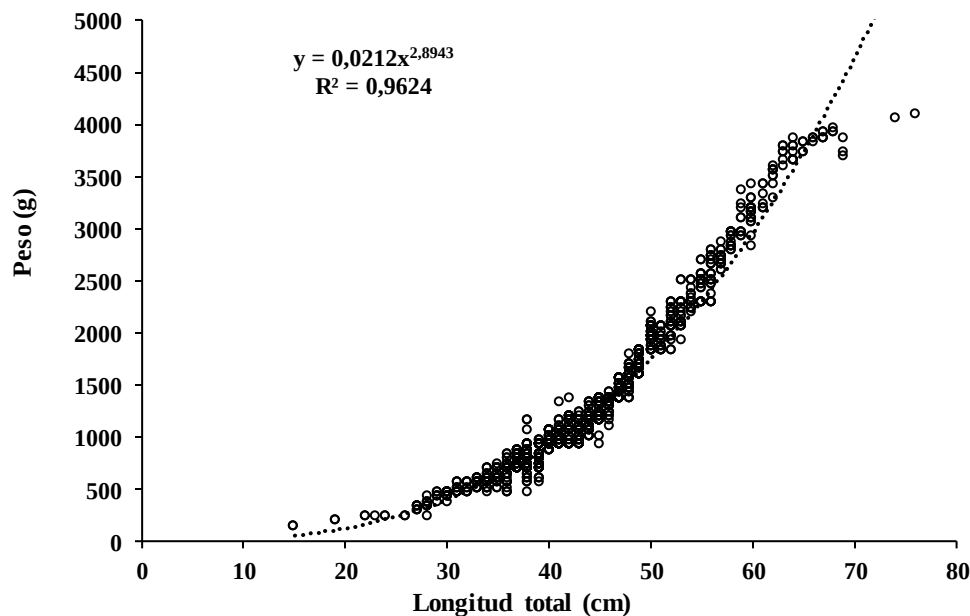


Figura 4. Relación longitud- peso del *P. clemensi* obtenido en los desembarques y centros de acopio, durante enero-abril del 2024. Los círculos representan las observaciones y la línea punteada el modelo longitud-peso.

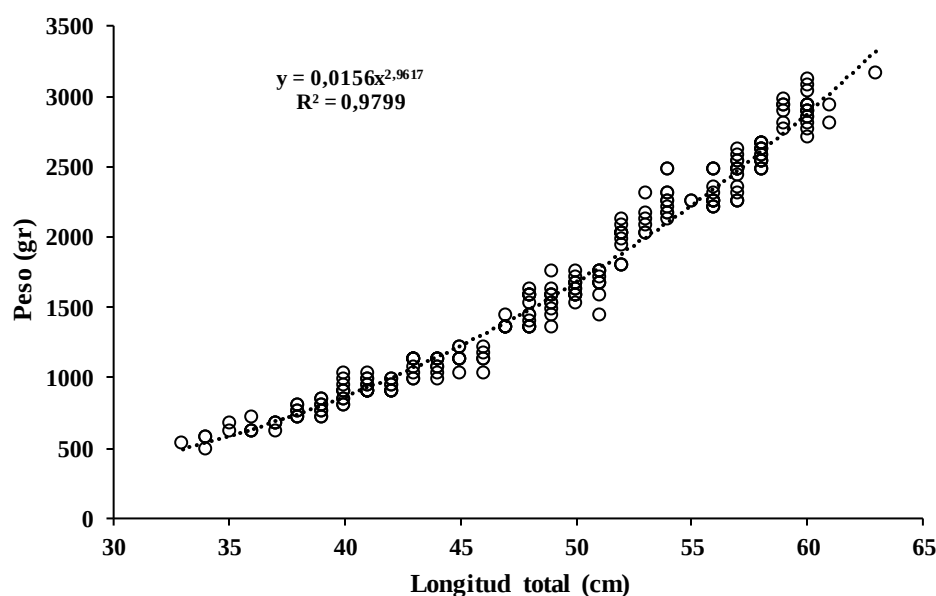


Figura 5. Relación talla-peso del *P. albomaculatus* obtenido en los desembarques y centros de acopio, durante enero-abril del 2024. Los círculos representan las observaciones y la línea punteada el modelo longitud-peso.

La Tabla 2 muestra los estadígrafos de las longitudes obtenidas para brujo y camotillo, así como los valores de los parámetros de la relación talla-peso y su coeficiente de correlación. El coeficiente de correlación obtenido, para ambas especies, están muy cercanos a 1, lo que indica una fuerte asociación entre la longitud total y el peso eviscerado.

Tabla 2. Estadígrafos de longitudes obtenidas de especímenes de brujo y camotillo, y valores de parámetros y correlación, (DE) desviación estándar, (r) de la relación longitud-peso. Se muestra el tipo de crecimiento (C) para cada especie (A- alométrico negativo, I isométrico).

Especies	N	Longitud total (cm)					W= a L ^b			
		Min	Max	DE	Moda	Media	a	b	r	C
<i>Pontinus clemensi</i>	1426	15	76	8.22	40	44.27	0.02118	2.894	0.96	A-
<i>Paralabrax albomaculatus</i>	235	33	63	7.50	58	49.05	0.00003	2.961	0.98	I

2.3. Indicadores de Sustentabilidad de Froese

Los resultados de los indicadores de Froese para el brujo fueron los siguientes: (i) el 96.3% fueron individuos maduros (no hay sobreexplotación), (ii) 56.87% de individuos estuvieron dentro del rango de L_{opt} (hay sobreexplotación), y (iii) 39.48% fueron mega-reproductores (no hay sobreexplotación) (Figura 6).

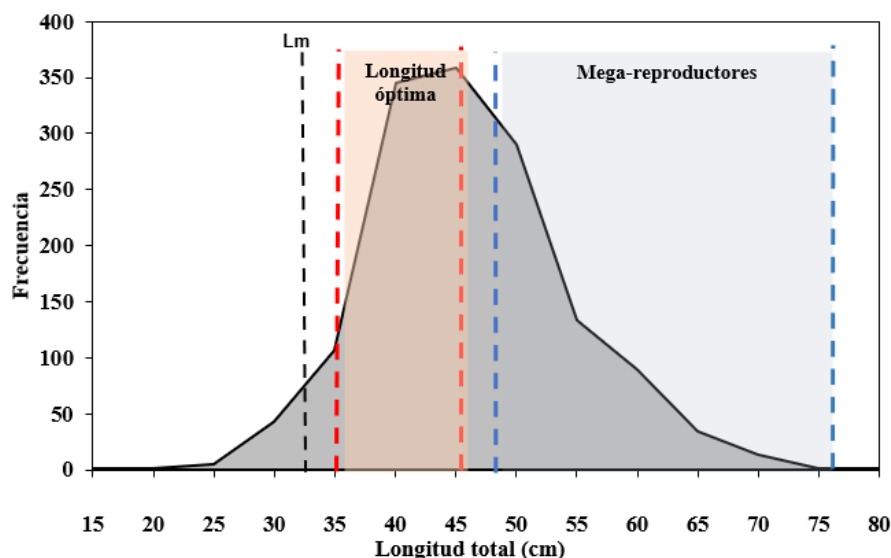


Figura 6. Indicadores de sustentabilidad de Froese (2004) para la distribución de longitud del *P. clemensi*. L_m : longitud de madurez

Para el camotillo, los indicadores Froese calculados fueron: (i) el 97.45% fueron individuos maduros (no sobreexplotado), (ii) 37.45% estuvieron dentro del rango de L_{opt} (hay sobreexplotación) y (iii) 60.00 % fueron mega-reproductores (hay sobreexplotación) (figura 7).

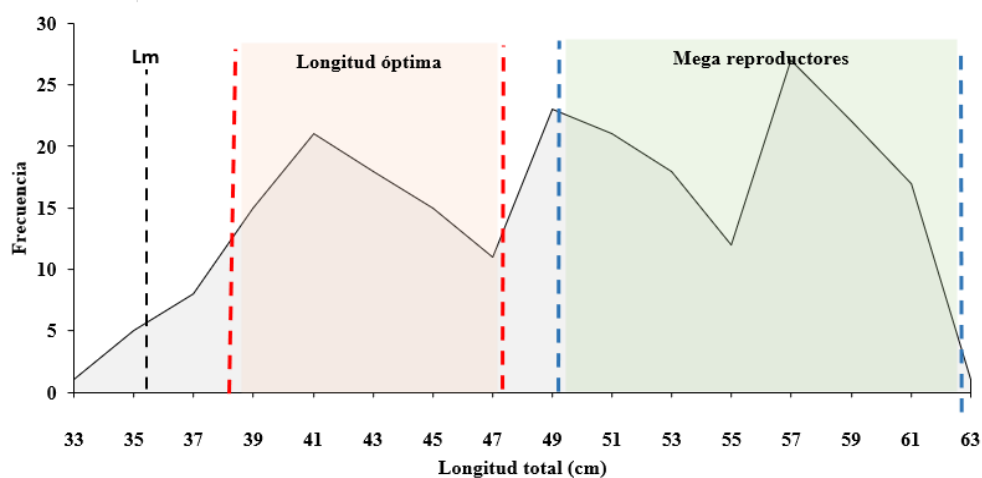


Figura 7. Indicadores de sustentabilidad de Froese (2004) para la distribución de longitud de *P. albomaculatus*.

3. Discusión

En atención a la investigación previamente realizada, conocer los parámetros de la relación longitud-peso constituye una fuente relevante para la gestión pesquera, el análisis de la biomasa, la evaluación del estado poblacional y el estudio de las condiciones alimentarias (Longart, R. 2011; Rosa, A., Menezes, G., Melo, O., & Pinho, M. 2006).

Investigaciones previas de (Marín-Jarrin, J *et al.*, 2018) reportaron diferencias morfométricas por sexo en el pez brujo, se encontró un crecimiento isométrico en hembras y alométrico negativo en machos, lo que lleva a sugerir en el presente estudio que la tendencia observada se debe a una mayor proporción de machos en la muestra, aunque esta hipótesis no se confirmó por la falta de determinación sexual de los individuos evaluados.

De forma complementaria, para el camotillo, Salinas-de-León *et al.* (2015) y Chong-Montenegro (2014) también reportaron crecimiento alométrico negativo en ambos sexos, aunque tales estudios no aplicaron pruebas estadísticas para verificar si $b=3$, además de incurrir en errores metodológicos al utilizar modelos lineales en lugar de potenciales, lo cual compromete la validez de sus estimaciones. (Froese 2006)

Los patrones de distribución de tallas del pez brujo revelan una estructura simétrica con mayor frecuencia en la clase de 40–45 cm LT, coincidente con el rango de talla óptima (35.7–43.7 cm) y con elevada demanda comercial para estas tallas. Mientras que, en el caso del camotillo, la muestra estuvo compuesta en su mayoría por individuos en talla madura, posiblemente como consecuencia de la temporada de captura (enero–abril 2024), que coincide con la estación húmeda en Galápagos. No obstante, al no observar gónadas durante el muestreo, no se confirmó si los ejemplares se encontraban en fase reproductiva, aunque esta concentración de tallas es coherente con su pico reproductivo registrado entre diciembre y febrero (Ramírez-González *et al.* 2019).

Los resultados obtenidos sobre el estado de explotación del brujo en tallas óptimas y el camotillo en talla óptima y en mega reproductores reflejan señales

consistentes de sobreexplotación, como lo indican los informes de Ramírez-González *et al.* (2019) y la Dirección del Parque Nacional Galápagos (2022). Particularmente en el caso del pez brujo, donde el 96.3% de los ejemplares muestreados fueron maduros, aunque dicha proporción podría estar sobreestimada debido a descartes a bordo que probablemente incluyan juveniles no registrados. Mientras que el 56.87 % se encuentra dentro del rango óptimo, valor inferior al ideal del 100 % sugerido por Froese (2004), y el 39.48 % corresponde a mega-reproductores, proporción aceptable, aunque condicionada a su estabilidad interanual bajo distintas condiciones oceanográficas (Marín Jarrín, J & Salinas-de-León., 2018).

En relación al camotillo, el elevado porcentaje de mega-reproductores capturados (60%) constituye un claro indicio de sobreexplotación, debido a que la extracción de individuos grandes antes de alcanzar su máximo potencial reproductivo disminuye de forma significativa la capacidad de renovación poblacional y aumenta el riesgo de colapso.

Esta situación es comparable con lo sucedido con el bacalao (*Mycteroperca olfax*), cuya población mostró un descenso sostenido y reducción en las tallas a lo largo de tres décadas de explotación intensiva en Galápagos (Usseglio *et al.*, 2016; Tanner *et al.*, 2021); quienes aplicaron los indicadores de Froese (2004) para evidenciar esta tendencia, en respaldo, Chong-Montenegro (2014) con su estudio del camotillo demostró que los ejemplares de mayor talla presentan mayor fecundidad, que refuerza la urgencia de conservar tales individuos, lo que sirve como advertencia para aplicar medidas específicas de manejo dirigidas al brujo y al camotillo (Pontón-Cevallos, J. *et al.* 2020).

Finalmente, la evaluación del estado de explotación de brujo y camotillo en el contexto de la Reserva Marina de Galápagos resulta esencial debido al impacto ecológico y socioeconómico que ambas especies representan para las comunidades costeras que dependen de su pesquería (Riofrío-Lazo, M. *et al.*, 2021). Por lo que, los resultados de los tres indicadores evaluados —proporción de individuos inmaduros, tallas óptimas y presencia de mega-reproductores— revelan un escenario que llama la atención para el camotillo debido a que sobrepasa el rango de aceptable en mega-reproductores y en tallas óptimas un porcentaje por debajo de lo esperado, lo que

indica considerar estrategias de manejo sostenible que garanticen la conservación de estas poblaciones y el bienestar de los actores pesqueros asociados.

3.1. Aplicación a los resultados

Una de las premisas fundamentales para implementar planes de manejo pesquero en Galápagos es la comprensión detallada de las estrategias vitales de las especies comerciales que habitan en la reserva marina, ya que este conocimiento contribuye al desarrollo e implementación de prácticas de pesca que aseguren la sostenibilidad de los recursos marinos, el equilibrio ecológico del archipiélago y la permanencia de estas pesquerías a largo plazo (Pérez-Lozano & Aniello, 2013).

En este sentido, los resultados obtenidos en la presente investigación facilitaron aportar información técnica relevante para el manejo pesquero del brujo y el camotillo, principales especies capturadas en la pesca blanca en Galápagos, donde la evidencia de sobreexplotación observada subraya la necesidad de adoptar medidas específicas de manejo, especialmente para el camotillo. Se recomienda la aplicación de vedas en los meses de mayor desove, estrategia que ha demostrado ser efectiva en pesquerías de pequeña escala al facilitar una recuperación temporal de las poblaciones y favorecer la estabilidad de las cohortes reclutadas (Castel *et al.*, 2024; Murua *et al.*, 2023).

De igual forma, se sugiere implementar tallas de captura, especialmente para el camotillo, para asegurar se respete la longitud mínima de madurez, condición esencial para evitar el colapso de las poblaciones y sostener pesquerías responsables, como lo argumentan (Erisman *et al.*, 2014). Sin embargo, observaciones a bordo indican que implementar tallas mínimas para especies como el brujo y camotillo, es un reto porque casi el 100% por ciento de los ejemplares capturados mueren por descompresión porque son especies de profundidad.

Asimismo, hay que reconocer la incertidumbre derivada de limitaciones metodológicas, como el hecho de que el muestreo se haya realizado exclusivamente durante la temporada húmeda de 2024 (enero a abril) y en una sola localidad (Puerto Ayora), lo cual no representa la dinámica anual completa de las poblaciones

analizadas. A lo anterior, se suma la recolección de datos en centros de acopio en lugar de muelles, lo que afecta la representatividad de la muestra al seleccionar individuos destinados al comercio que no reflejan fielmente la estructura poblacional, sumado a la ausencia de determinación sexual de los especímenes, que restringe el análisis diferenciado del crecimiento por sexo.

No obstante, estas limitaciones no restan valor a los hallazgos obtenidos, sino que enfatizan la necesidad de continuar con estudios prolongados que contemplen múltiples temporadas y localidades, así como el monitoreo directo en muelles e inclusión de análisis biológicos más completos, a fin de fortalecer las decisiones de manejo basadas en evidencia científica.

4. Conclusiones

La investigación sobre el estado de explotación del pez brujo y el camotillo en la Reserva Marina de Galápagos, mediante la aplicación de indicadores de Froese, ha evidenciado que el camotillo ha presentado señales de explotación en tallas óptimas y mega-reproductores y el brujo en tallas óptimas, lo que resalta la imperante necesidad de implementar medidas urgentes de manejo que permitan mitigar el deterioro de las poblaciones y garantizar la sostenibilidad de los recursos en la región.

Se recomienda establecer regulaciones específicas, especialmente para el camotillo. Tales como: determinación de tallas mínimas de captura basadas en la longitud mínima de madurez sexual y la aplicación de vedas temporales durante los picos reproductivos, acciones las cuales permiten contribuir a la recuperación de las poblaciones de dichas especies, permitiendo su reproducción y por ende el mantenimiento de la estructura poblacional.

Finalmente, es crucial mencionar el papel ecológico que cumplen el pez brujo y el camotillo dentro del ecosistema marino de Galápagos, además de, su importancia socioeconómica para las comunidades locales dedicadas a la pesca, por lo que, salvaguardar estas especies no solo permiten asegurar la biodiversidad y el equilibrio ecológico del archipiélago, sino también se logra fortalece el sistema socio ecológico pesquero, promoviendo prácticas sostenibles que benefician a largo plazo tanto a la conservación como a la economía regional.

Agradecimientos

Esta investigación se llevó gracias a la colaboración de los miembros del Sector Pesquero Artesanal de Galápagos, Copropag, Coopropesarbape, Raul Bayas de Transgalmar, así como el valioso acompañamiento de los investigadores de la fundación Charles Darwin Jorge Ramirez, Solange Vera quienes me brindaron un apoyo fundamental, durante la preparación y desarrollo de esta tesis, un agradecimiento especial a mi tutor de tesis Blg. Víctor Veliz Quijije por su guía académica y su constante respaldo a lo largo del proceso, a Guardaparques de la RMG bajo el permiso de investigación GNPD No. PC-22-24. Esta publicación es la contribución número 2709 de la Fundación Charles Darwin para las Islas Galápagos.

Dedicatoria

A mi familia, mi mayor fuerza en todo este camino. A mi mamá, Janet, gracias por tu amor infinito, por estar siempre para mí con tus palabras, tus abrazos y tu ejemplo de entrega; sin ti no habría tenido el valor de seguir adelante. A mi papá, Juan, gracias por apoyarme desde el inicio, por tu esfuerzo constante y por darme la oportunidad de estudiar; tu confianza en mí y tu perseverancia me han enseñado a nunca rendirme.

A mis hermanos Óscar y Julio, gracias por su cariño, por hacerme reír y darme calma en los momentos difíciles. Y a ti, Cindy, mi compañera de vida, gracias por estar siempre a mi lado, por animarme cuando más lo necesitaba y por celebrar conmigo cada logro como si fuera tuyo; tenerte conmigo hace que todo sea más especial.

A mis amigos de la universidad, Dany, Gaby, Nayely y Evelyn, gracias por acompañarme en este recorrido lleno de retos, desvelos y aprendizajes, por las risas y por estar ahí en los momentos importantes. Y a mis amigos del colegio, gracias por tantos recuerdos y por una amistad que, a pesar del tiempo, sigue siendo parte de mí.

Este logro no es solo mío, es también de todos ustedes, gracias.

Bibliografías

- Alam, M., Liu, Q., Nabi, M., Chowdhury, M., & Mozumder, M. (2022). Length-based indicators for the sustainability of small-scale fisheries in the Northern Bay of Bengal coast, Bangladesh. *Regional Studies in Marine Science*, 51, 102177. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2022.102177>
- Barcia, J. (2014). Evaluación de la pesquería de peces demersales y su relación con los artes de pesca en la zona de desembarque de Puerto López, octubre 2013-marzo 2014 (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa
- Bearez. (2022). Especie: *Pontinus sierra*. Instituto smithsonian de investigaciones tropicales. <https://biogeodb.stri.si.edu/sfstep/es/thefishes/species/4432>.
- Beltrán-León, B., & Ríos, R. (2000). Estadios tempranos de peces del Pacífico colombiano (Tomo 1). Santa Fe de Bogotá, Colombia: Panamericana Formas e Impresos.
- Burbano, DV., Mena, CF., Guarderas, P., Vinueza, L., Reck, G. (2014). Cambios en las líneas de base de la pesquería de aleta blanca de Galápagos: uso de anécdotas de pescadores para reevaluar la gestión pesquera: el caso del mero de Galápagos. En: Denkinger, J., Vinueza, L. (eds) *La Reserva Marina de Galápagos. Interacciones sociales y ecológicas en las Islas Galápagos*. Springer, Cham. doi.org/10.1007/978-3-319-02769-2_11
- Bucaram, S. J., White, J. W., Sanchirico, J. N., & Wilen, J. E. (2013). Behavior of the Galapagos fishing fleet and its consequences for the design of spatial management alternatives for the red spiny lobster fishery. *Ocean & Coastal Management*, 78, 88–100. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2013.03.001
- Castel, B., Cabral, H., & de Paiva, L. (2024). Evaluating conditions for moored fish aggregating device (MFAD) fisheries in the Caribbean: Social-ecological factors affecting outcomes. *Frontiers in Marine Science*. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.827068>

- Castrejón M., Defeo O. (2023). Reconsiderando la prohibición de la pesca con palangre en la Reserva Marina de Galápagos. *Mar. Policy* 151, 105589. doi: 10.1016/j.marpol.2023.105589
- Castrejón Mendoza, H. M. (2011). Co-Manejo pesquero en la Reserva Marina de Galápagos: Tendencias, retos y perspectivas de cambio. Fundación Charles Darwin. Santa Cruz, Galápagos, Ecuador.
- Cepeda, E., Rodríguez, A., Gonzalez, T. & Duque, R. (2018). Estimación de la edad y maduración gonadal de *Haemulopsis axillaris*, colectados en el sector pesquero La Caleta de La Libertad, Provincia de Santa Elena-Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 5(2), 10-21. <https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/341/326>
- Cifuentes, Roberto, González, Jorge, Montoya, Germán, Jara, Alfonso, Ortiz, Néstor, Piedra, Priscila, & Habit, Evelyn. (2012). Relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana (Concepción)*, 76(Supl. 1), 86-100. doi.org/10.4067/S0717-65382012000100009
- Cisne Zambrano-Zamora, María del Mar Quiroga-Samaniego, Jorge Ramírez-González, Solange Andrade-Vera, José R. Marín-Jarrín, Diego Páez-Rosas, Assessment of feeding patterns of the mottled scorpionfish (*Pontinus clemensi*) in the Galapagos Marine Reserve, Estuarine, Coastal and Shelf Science, Volume 321, 2025, 109338, ISSN 0272-7714, <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2025.109338>.
- Chong Montenegro, C. P. (2014). Estudio del ciclo gonadal del camotillo (*Paralabrax albomaculatus*) en la provincia insular de Galápagos [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Fundación Charles Darwin.
- Danulat E & GJ Edgar (eds.) 2002. Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad. Fundación Charles Darwin/Servicio Parque Nacional Galápagos, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador. 484 pp.

- Dirección del Parque Nacional Galápagos. (2014). Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir. Puerto Ayora: Ministerio de Ambiente - Dirección del Parque Nacional Galápagos.
- Dirección del Parque Nacional Galápagos. (2021). Boletín oficial del censo pesquero 2021. Parque Nacional Galápagos. <https://galapagos.gob.ec/boletines-dpng/>
- Dirección del Parque Nacional Galápagos. (2022). Informe técnico sobre el proceso de construcción participativa y la propuesta de Calendario Pesquero Quinquenal de la Reserva Marina de Galápagos 2022-2027. Proyecto de “Fortalecimiento del manejo y vigilancia del Parque Nacional y la Reserva Marina de Galápagos”. Dirección del Parque Nacional Galápagos. WildAid. Puerto Ayora, isla Santa Cruz, Ecuador.
- Erismán BE, MA Apel, AD MacCall, MJ Román-Rodríguez & R Fujita. 2014. The influence of gear selectivity and spawning behavior on a data-poor assessment of a spawning aggregation fishery. *Fisheries Research* 159: 75-87.
- Eddy TD, Friedlander AM, Salinas de León P. 2019. Ecosystem effects of fishing & El Niño at the Galápagos Marine Reserve. *PeerJ* 7: e6878 doi.org/10.7717/peerj.6878
- Espino Barr, E., González Vega, Á., Santana Hernández, H., & González Vega, H. (2008). Manual de biología pesquera. Instituto Nacional de la Pesca y Universidad Autónoma de Nayarit. Recuperado de <https://www.imipas.gob.mx/portal/Publicaciones/Manuales/2008-Espino-Barr-et-al-Manual-de-BIOLOGIA-PESQUERA.pdf>
- Franke, R., Acero, A., 1996. Peces óseos comerciales del Parque Gorgona, Pacífico colombiano (Osteichthyes: Muraenesocidae, Hemiramphidae, Belonidae, Scorpaenidae, Triglidae, Malacanthidae, Gerreidae, Sparidae, Kyphosidae, Sphyrnidae e Istiophoridae). *Rev. Biol. Trop.* 44, 763–770. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/21691>.

- Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2023. Fish Base. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org.
- Froese R. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish.* 2004; 5: 86–91
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4), 241–253. doi:10.1111/j.1439-0426.2006. 00805.
- Froese, R., & Binohlan, C. (2000). Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology*, 56(4), 758–773. doi:10.1111/j.1095-8649. 2000.tb00870.
- González, A., Mendoza, J., Arocha, F., & Márquez, A. (2003). Selectividad de la red de enmalle sobre la curvinata de río *Plagioscion squamosissimus* en el Orinoco medio. *Zootecnia Trop*, 21(4), 371-382.
- Grove, J., Lavenberg, R., 1997. *The Fishes of the Galapagos Islands*. Stanford University Press, California, USA.
- Iwamoto, T., Eschmeyer, W., Alvarado, J. 2010. *Pontinus clemensi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T184015A8218939. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T184015A8218939.en>. Accessed on 29 July 2025.
- Marín Jarrín, J & Salinas-de-León, (2018). Efectos de El Niño de 2016 en la pesquería artesanal de peces costeros de Galápagos. *Preprints de PeerJ* , 6
- Marín-Jarrin, J., Andrade-Vera, S., Reyes-Ojedis, C., Salinas-de-León, P., 2018. Life history of the mottled scorpionfish, *Pontinus clemensi*, in the Galapagos marine Reserve. *Copeia* 106, 515–523. <https://doi.org/10.1643/CI-17-706>.
- Longart R, Yelipza, Acosta, Vanessa, Parra, Berta, & Lista, Maria. (2011). Aspectos biométricos de *Hemirhamphus brasiliensis* (Peces: Hemirhamphidae), Isla de Cubagua, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 29(4),

- 385-398. Jarrín J.R., Andrade-Vera, S., Reyes-Ojedis, C., & Salinas-de-León, P. (2018). Life history of the mottled scorpionfish, *Pontinus clemensi*, in the Galapagos Marine Reserve. *Copeia*, 106(3), 515- 523. doi.org/10.1643/CI-17-706 [1]
- Mora, C., J. M. Jiménez, and F. A. Zapata. 2000. *Pontinus clemensi* (Pisces: Scorpaenidae) at Malpelo Island, Colombia: new specimen and geographic range extension. *Boletín de Investigaciones Marinas Costeras* 29:85–88.
- Mendivil-Mendoza, Jaime E., Aragón-Noriega, E. Alberto, Arreola-Lizárraga, José A., Rodríguez-Domínguez, Guillermo, Castillo-Vargasmachuca, Sergio G., & Ortega-Lizárraga, Gilberto G. (2018). Indicadores de sustentabilidad para la pesquería de curvina golfina *Cynoscion othonopterus* en el Alto Golfo de California. *Revista de biología marina y oceanografía*, 53(1), 119-130. doi.org/10.4067/S0718-19572018000100119
- Medeiros-Leal, W., Santos, R., Peixoto, U. I., et al. (2023). Performance of length-based assessment in predicting small-scale multispecies fishery sustainability. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 33, 819–852. https://link.springer.com/article/10.1007/s11160-023-09764-9?utm_source
- Molina, L., Danulat, E., Oviedo, M., González, J. A. (2004). Guía de especies de interés pesquero en la Reserva Marina de Galápagos. Fundación Charles Darwin.
- Murua, J., Moreno, G., Dagorn, L., Itano, D., Hall, M., Murua, H., & Restrepo, V. (2023). Improving sustainable practices in tuna purse seine fish aggregating device (FAD) fisheries worldwide through continued collaboration with fishers. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1074340. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1074340>
- Ochoa Ubilla, B., Mendoza Nieto, K., Vivas Moreira, R., Urdánigo Zambrano, J., & Ferrer-Sánchez, Y. (2016). Estructura de tallas de captura y relación longitud-peso de peces nativos en el humedal Abras de Mantequilla,

Ecuador. Ciencia y Tecnología, 9(2), 19-27.
doi.org/10.18779/cytuteq.v9i2.19.g8

Pérez-Lozano, A., & Aniello, B. (2013). Parámetros poblacionales de los principales recursos pesqueros de la cuenca del río Apure, Venezuela (2000-2003). Revista Latinoamericana de Investigaciones Acuáticas, 41(3), 447-458.

Pondella II, D. J., Craig, M. T., & Franck, J. P. (2003). The phylogeny of Paralabrax (Perciformes: Serranidae) and allied taxa inferred from partial 16S and 12S mitochondrial ribosomal DNA sequences. Molecular Phylogenetics and Evolution, 29(1), 176-184. doi.org/10.1016/S1055-7903(03)00078-2

Pontón-Cevallos, J. F., Stijn, B., Marín Jarrín, J. R., Ramírez-González, J., Bermúdez Monsalve, J. R., & Goethals, L. M. 2020. Risk assessment of Bacalao (*Mycteroperca olfax*) and related species in the Galapagos' handline fishery. doi.org/10.3390/su12176931

Quiroga-Samaniego, M. D. M., Ramírez-González, J., Zambrano-Zamora, C., Andrade-Vera, S., Marín-Jarrín, J. R., & Páez-Rosas, D. (2024). Feeding strategies of the ocean white fish (*Caulolatilus princeps*) and white spotted sand bass (*Paralabrax albomaculatus*) inside the Galapagos Marine Reserve. Regional Studies in Marine Science, 74, Artículo 103530. doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103530

Ramírez-González, J., Marín Jarrín, J., Andrade-Vera, S., Tanner, M. K., Salinas-de-León, P., & Barragán, M. J. (2019). ¿Cómo lograr pesquerías sustentables de peces en Galápagos? Informe Galápagos 2017-2018, July, 12–17.

Ramírez-González, J., Andrade-Vera, S., Moreno, J., Moity, N., Viteri, C., Mariano Viz, Rodríguez-Jácome, G y Obregón, P. (2022) Evaluación integral de las pesquerías a pequeña escala de Galápagos

Ramírez, J., Moity, N., Rivera, F.E., Brandt, M., Andrade, S., Bensted-Smith, W., Domínguez, O., Espinoza, E., Grove, J.S., Keith, I., Suárez, J., Tapia, I. &

- Tirado-Sánchez, N. 2023. *Paralabrax albomaculatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2023: e.T183769A217448475.
- Rivera-Velázquez G, Aguilar-Ballinas JM, Trejo-González C, Peralta-Meixueiro MA. 2024. Estructura de tallas, relación longitud-peso y factor de condición de cuatro peces nativos en la represa Nezahualcóyotl, Chiapas, México. *Caldasia* 46(2):323–331. doi.org/10.15446/caldasia.v46n2.100458
- Ricker WE 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *J Fish Res Board Can*; 191: 1-382.
- Riofrío-Lazo, M., Reck, G., Páez-Rosas, D., Zetina-Rejón, M. J., Del Monte-Luna, P., Reyes, H., Murillo-Posada, J. C., Hernández-Padilla, J. C., & Arreguín-Sánchez, F. (2021). Food web modeling of the southeastern Galapagos shelf ecosystem. *Ecological Indicators*, 132, Artículo 108270. doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108270
- Rosa, A., Menezes, G., Melo, O., & Pinho, M. R. (2006). Weight–length relationships of 33 demersal fish species from Azores archipelago. *Fisheries Research*, 80(2-3), 329–332. doi: 10.1016/j.fishres.2006.05.00
- Salinas-de-Leon, P., Bertolotti, P., Chong-Montenegro, C., Marriott, A., Reyes, H., & Preziosi, R. F. (2015). Historia de vida y dinámica pesquera del camotillo (*Paralabrax albomaculatus*). Informe resumen para la Comisión Técnica Pesquera de la Junta de Manejo Participativo. Puerto Ayora: Fundación Charles Darwin.
- Salinas-de-León P, Bertolotti A, Chong-Montenegro C, Gomes-Do-Rêgo M & RF Preziosi. 2017. Reproductive biology of the endangered white-spotted sand bass *Paralabrax albomaculatus* endemic to the Galapagos Islands. *Endangered Species Research*. Vol 34:301-30
- Sierra, L., & Fujiwara, M. (2021). Assessment of a small-scale fishery: Lane Snapper (*Lutjanus synagris*) using a length metric method. *PLoS ONE*, 16(2), e0233479. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233479

- Schuhbauer, A., & Koch, V. (2013). Assessment of recreational fishery in the Galapagos Marine Reserve: Failures and opportunities. *Fisheries Research*, 144, 103–110. doi: 10.1016/j.fishres.2013.01.012
- Tanner, M. K., Olivares-Arenas, M., Puebla, L., & Marin Jarrin, J. R. (2021). Cambio de la demanda hacia prácticas pesqueras sostenibles en el archipiélago de Darwin: Aplicación de un experimento de elección discreta para el atún aleta amarilla certificado de Galápagos. *Marine Policy*, 132, 104665. doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104665
- Usseglio, P., Friedlander, A. M., Koike, H., Zimmerhackel, J., Schuhbauer, A., Eddy, T., & Salinas-de-León, P. (2016). So long and thanks for all the fish: overexploitation of the reginally endemic Galapagos grouper *Mycteroperca olfax* (Jenyns, 1840). *PLoS ONE*. doi: 10.1371/journal.pone.0165167
- Schuhbauer, A., y Koch, V. (2013). Evaluación de la pesca recreativa en la Reserva Marina de Galápagos: fracasos y oportunidades. *Fisheries Research*, 144, 103–110. doi: 10.1016/j.fishres.2013.01.012
- Zimmerhackel, J.S.; Schuhbauer, A.C.; Usseglio, P.; Heel, L.C.; Salinas-de-León, P. (2015). Atrapar, capturas incidentales y descartes de la Reserva Marina de Galápagos pesquería de línea de mano a pequeña escala. *PeerJ*.